

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

DOI

УДК 631.86: 633.11

ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Зудилин Сергей Николаевич, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Землеустройство, почвоведение и агрохимия», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет».

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: zudilin_sn@mail.ru

Чухнина Наталья Владимировна, аспирант кафедры «Землеустройство, почвоведение и агрохимия», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет».

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: natalia_chukhnina@icloud.com

Ключевые слова: пшеница, удобрения, урожай, почва, обработка.

Цель исследования – повышение урожайности озимой пшеницы при использовании инновационных органических удобрений и основной обработки почвы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. Исследования проводились в 2017-2020 гг. Объект исследований – растения озимой пшеницы, сорт Светоч. В полевом опыте вносились органические удобрения при разных приемах основной обработки почвы. Применение удобрений в период посева ранних яровых культур или весеннего отрастания озимой пшеницы способствовало повышению показателя влажности метрового слоя почвы на 0,8-1,3%. К уборке озимой пшеницы влажность почвы существенных различий не имела в зависимости от применяемых удобрений и основной обработки почвы. Использование органических удобрений приводило к некоторому снижению уплотнения почвы в период посева ранних яровых культур или весеннего отрастания озимой пшеницы по сравнению с вариантом без удобрений. Внесение полуперепревшего навоза привело к некоторому увеличению засорённости посевов, после внесения других изучаемых органических удобрений количество сорняков и их масса были меньше, существенных различий между вариантами не наблюдали. По фактору А (органические удобрения) в среднем за 2017-2020 гг. урожайность озимой пшеницы составила: без удобрений – 2,95 т/га; с внесением 30 т/га навоза – 3,32 т/га; с внесением сухого органического удобрения – 3,35 т/га; с внесением жидкого органического удобрения – 3,36 т/га; с внесением биогумуса – 3,32 т/га. Прибавка урожая зерна озимой пшеницы от действия органических удобрений была 0,37-0,41 т/га (или 12,5-13,9%). По фактору В (основная обработка почвы) урожайность культуры составила: вспашка на 20-22 см – 3,33 т/га; мелкая обработка на 10-12 см – 3,25 т/га; без осенней механической обработки – 3,19 т/га. Использование приемов ресурсосберегающей обработки почвы снижало урожай зерна озимой пшеницы на 0,08-0,14 т/га (или на 2,5-4,4 %), то есть без существенной разницы между вариантами.

INFLUENCE OF INNOVATIVE ORGANIC FERTILIZERS ON WINTER WHEAT YIELD IN THE MIDDLE VOLGA REGION FOREST-STEPPE

S. N. Zudilin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department «Land Management, Soil Science and Agrochemistry», FSBEI HE Samara State Agrarian University.

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelsky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: zudilin_sn@mail.ru

N. V. Chukhnina, Post-Graduate student of the Department «Land Management, Soil Science and Agrochemistry», FSBEI HE Samara State Agrarian University.

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelsky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: natalia_chukhnina@icloud.com

Key words: wheat, fertilizers, crop, soil, processing.

The aim of the study is to increase the yield of winter wheat with the use of innovative organic fertilizers during overall tillage in conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region. The research was conducted in the period involving 2017-2020. The Svetoch variety winter wheat plants, were subjected to the research. In the field experiment, organic fertilizers were applied at different tillage treatment stages. The fertilizers use during early spring sowing or winter crops aftergrowing contributed to an increase of moisture content in the meter-depth soil layer by 0.8-1.3%. Winter wheat harvesting was not affected by the soil moisture significantly depending either on fertilizers used or main tillage treatment. The organic fertilizers use led to a slight decrease in soil compaction during the sowing of early spring crops or winter wheat spring aftergrowing compared to the option without fertilizers. The introduction of fresh manure led to a certain increase in the contamination of crops, after the introduction of other organic fertilizers studied, the number of residues and their weight was less, and no significant differences were observed between the variants. Factor A showed (organic fertilizers applied) during periods of 2017-2020 the yield of winter wheat was – 2.95 t/ha; fertilizers were not applied, when 30 t/ha of manure applied – 3.32 t/ha; dry organic fertilizer use – 3.35 t/ha; and liquid one – 3.36 t/ha; biohumus – 3.32 t/ha. An increase of winter wheat yield from the action of organic fertilizers was 0.37-0.41 t/ha (or 12.5-13.9%). According to factor B (main tillage), the crop yield amounted to: when plowing by 20-22 cm – 3.33 t/ha; surface tillage by 10-12 cm – 3.25 t/ha; without autumn cultural practice – 3.19 t/ha. The use of resource-saving tillage reduced the winter wheat yield by 0.08-0.14 t/ha (or by 2.5-4.4 %), that is, without a significant difference between the options.

В повышении производства продовольственного и фуражного зерна в лесостепи Среднего Поволжья озимые культуры имеют первостепенное значение. Озимая пшеница принадлежит к числу наиболее ценных и высокоурожайных зерновых культур. Она очень требовательна к плодородию почв, однако во многих областях Средневолжского региона ежегодные потери гумуса в пахотном слое составляют от 0,7 до 1 т/га. Практически исчезли тучные черноземы, увеличилась доля малогумусных почв с содержанием гумуса 4-6% [1, 2]. По данным научно-исследовательских и проектных учреждений региона (ФГБУ САС «Самарская», ФГБНУ «Самарский НИИСХ», ВолгоНИИгипрозем и др.) за последние годы в Самарской области наблюдается сокращение площади тучных и среднегумусных чернозёмов, увеличение площадей с малым и слабым содержанием гумуса почв (на 10%). Потери гумуса в пахотном слое в среднем по области составляют 0,7 т/га в год, по отдельным районам – более 1 т/га [3, 4, 7].

В технологиях возделывания озимой пшеницы важное место занимает применение органических удобрений, которые играют значительную роль для воспроизводства плодородия почв, обеспечения бездефицитного баланса гумуса и биогенных элементов наряду с соблюдением научно обоснованных севооборотов, снижением эрозионных потерь.

ООО «АгроПромСнаб» производит новые инновационные органические удобрения на основе отходов животноводства, остатков сельскохозяйственных культур в соответствии ГОСТ Р 53117-2008 «Национальный стандарт Российской Федерации. Удобрения органические на основе отходов животноводства». Удобрения выпускаются в жидкой и твердой форме. Предназначены для применения в сельскохозяйственном производстве, садоводстве, лесном хозяйстве, на приусадебных участках. Основой новых органических удобрений являются птичий помет, отходы животноводства и очистки семян с добавлением гуминовых кислот, фульвокислот и микроэлементов (с применением нанотехнологий). Основным компонентом удобрений являются органические вещества, полученные путём переработки сырья прибором УАП (установка активации процесса) [5].

Биогумус или вермикомпост – органическое удобрение, продукт переработки навоза крупного рогатого скота дождевыми червями. Это экологически чистый продукт, в составе которого отсутствуют семена сорных растений. Данное удобрение повышает иммунитет и приживаемость растений, обеспечивает экологическую чистоту выращенных на его основе продуктов, не имеет неприятного запаха, превосходит в 5-7 раз навоз и торф по содержанию полезного гумуса. В связи с этим для пахотных земель Самарской области возникла необходимость разработки новых экологически чистых и эффективных технологий применения альтернативных инновационных видов органических удобрений, способствующих не только повышению плодородия, но и получению качественного высокого урожая культур без излишней нагрузки на экосистему.

Цель исследований – повышение урожайности озимой пшеницы при использовании инновационных органических удобрений и основной обработки почвы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Задачи исследований – установить влияние инновационных органических удобрений и основной обработки почвы на динамику плотности сложения и влажности почвы, засоренность посевов и урожай зерна озимой пшеницы.

Материал и методы исследований. Экспериментальные исследования выполнены на опытном поле кафедры «Землеустройство, почвоведение и агрохимия» Самарского ГАУ в 2017-2020 годах.

Объект исследований – растения озимой пшеницы, сорт Светоч. Почва участка – чернозём обыкновенный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый. Предшественник – черный пар. Посев проведён в начале сентября, повторность трёхкратная, сеялка ДМС-601. Учетная площадь делянок 120 м². Высевалось 5,0 млн всхожих семян на 1 га. Уборка проводилась прямым способом селекционным комбайном TERRION-SR2010.

Инновационные органические удобрения (фактор А) в эквивалентной дозе по азоту 150 кг на 1 га вносились под основную обработку почвы по схеме: 1. Контроль, без удобрений; 2. Полуперепревший навоз, 30 т/га; 3. Сухое органическое удобрение ООО «АгроПромСнаб»; 4. Жидкое органическое удобрение ООО «АгроПромСнаб»; 5. Биогумус «Плодар».

Приемы основной обработки (фактор В): вспашка на 20-22 см; мелкая обработка тяжелой дисковой бороной на 10-12 см; вариант без осенней механической обработки.

Данные урожайности озимой пшеницы обсчитывались с применением дисперсионного анализа [6].

Погодные условия в годы исследований характеризует гидротермический коэффициент (ГТК): 2017 г. (ГТК – 1,09) – достаточно влажный, 2018 г. (ГТК – 0,49) – недостаточно влажный, 2019 г. (ГТК – 0,52) – недостаточно влажный, 2020 г. (ГТК – 0,56) – недостаточно влажный. Это позволило достоверно пронаблюдать влияние органических удобрений и основной обработки почвы на формирование урожая зерна озимой пшеницы в типичных агроклиматических условиях для лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Результаты исследований. Влагообеспеченность посевов в нашей зоне, как правило, является основным фактором, определяющим величину урожая. До 70% урожайности формируется за счёт запасов влаги, накопленной за осенне-зимний период. Поэтому важно оценить различные органические удобрения при разных приемах основной обработки почвы по их влиянию на влажность почвы. Анализы образцов почвы показали, что влажность метрового слоя почвы в период посева ранних яровых культур или весеннего отрастания озимой пшеницы в среднем за 2017-2020 гг. составляла 25,5-27,0% (табл. 1).

Результаты опытов свидетельствуют, что применение удобрений способствовало повышению показателя влажности метрового слоя почвы на 0,8-1,3%. К уборке озимой пшеницы влажность почвы существенных различий не имела в зависимости от применяемых удобрений и основной обработки почвы.

Таблица 1

Влияние органических удобрений на влажность метрового слоя почвы и плотность сложения пахотного слоя почвы, среднее за 2017-2020 гг.

Варианты опыта	Влажность почвы, %		Плотность сложения, г/см ³	
	в период посева ранних яровых	в период уборки	в период посева ранних яровых	в период уборки
Вспашка на 20-22 см				
без удобрений	25,5	15,9	1,15	1,19
навоз, 30 т/га	26,4	15,6	1,14	1,17
сухое органическое удобрение	26,6	15,8	1,13	1,18
жидкое органическое удобрение	26,7	15,5	1,14	1,17
биогумус	26,5	15,7	1,13	1,18
Мелкая обработка на 10-12 см				

без удобрений	25,6	17,0	1,15	1,21
навоз, 30 т/га	26,6	16,7	1,13	1,20
сухое органическое удобрение	26,8	16,5	1,14	1,19
жидкое органическое удобрение	26,9	16,8	1,13	1,18
биогумус	26,7	16,6	1,13	1,20
Без механической обработки				
без удобрений	25,9	16,1	1,16	1,22
навоз, 30 т/га	26,8	15,9	1,14	1,21
сухое органическое удобрение	26,9	16,0	1,14	1,20
жидкое органическое удобрение	27,0	15,8	1,15	1,19
биогумус	26,7	15,8	1,14	1,20

Одним из основных агрофизических показателей почвенного плодородия является ее плотность сложения. При оптимальной плотности сложения обеспечиваются наиболее благоприятные водно-воздушные условия в почве для роста и развития растений озимой пшеницы и формирования зерна.

Применение новых органических удобрений приводило к некоторому снижению уплотнения почвы в период посева ранних яровых культур или весеннего отрастания озимой пшеницы по сравнению с почвой на варианте без удобрений и существенных отличий не наблюдалось в зависимости от основной обработки почвы. К уборке урожая почва несколько уплотнялась, однако тенденция более низкой плотности сложения просматривалась в вариантах с органическими удобрениями, параметры ее были оптимальными для растений озимой пшеницы. Следует отметить, что на всех вариантах опыта плотность сложения была в пределах оптимальной величины для культуры.

Успех перезимовки озимой пшеницы имеет прямую зависимость от агрометеорологических условий осенне-зимнего периода, влияющих на развитие растений. В среднем за годы исследований от действия органических удобрений число перезимовавших растений озимой пшеницы повышалось на 2,4-3,1% и существенно не отличалось в зависимости от приемов основной обработки почвы.

Одной из основных причин, существенно снижающих урожайность полевых культур, является высокая засорённость посевов. Структура сорного ценоза на опытном поле была представлена в основном малолетними сорняками. Наиболее распространёнными оказались следующие виды сорных растений: гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* L.), просо куриное (*Echinochloa crusgalli* L.), щетинник зелёный (*Setaria viridis* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.); из многолетних встречались: вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), осот жёлтый (*Sonchus arvensis* L.).

Внесение полуперепревшего навоза привело к некоторому увеличению засорённости посевов, как по количеству, так и по массе многолетних и однолетних сорняков, что представляет конкурентную опасность для роста и развития озимой пшеницы (табл. 2). Это произошло за счет семян сорняков, сохранившихся в навозе, и оптимизации питательного режима почвы для растений озимой пшеницы и сорной растительности, которая является более конкурентной в борьбе за элементы питания и влагу, по сравнению с сельскохозяйственными культурами. После других органических удобрений количество сорняков и их масса существенно не различались между вариантами. Приемы основной обработки почвы также не оказали существенного влияния на засорённость посевов.

Таблица 2

Влияние применения органических удобрений и основной обработки почвы
на засорённость озимой пшеницы, среднее за 2017-2020 гг.

Варианты опыта	Количество сорняков, шт./м ²		Масса сорняков, г/м ²	
	всего	в т. ч. многолетних	всего	в т. ч. многолетних
Вспашка на 20-22 см				
без удобрений	11,4	0,5	16,8	4,9
навоз, 30 т/га	17,1	0,9	25,7	7,6
сухое органическое удобрение	10,6	0,4	14,3	4,0
жидкое органическое удобрение	11,0	0,6	15,9	5,3
биогумус	10,0	0,3	13,6	3,9

Мелкая обработка на 10-12 см				
без удобрений	11,8	0,8	20,1	8,7
навоз, 30 т/га	19,2	1,2	29,6	9,5
сухое органическое удобрение	10,9	0,6	15,5	4,9
жидкое органическое удобрение	11,2	0,8	16,7	5,8
биогумус	10,7	0,5	14,9	4,4
Без механической обработки				
без удобрений	11,6	1,0	19,3	10,6
навоз, 30 т/га	18,3	1,0	27,2	7,9
сухое органическое удобрение	10,8	0,5	14,0	4,6
жидкое органическое удобрение	11,3	0,7	15,1	5,6
биогумус	10,6	0,5	12,9	4,3

Анализ структуры урожая показал, что применение органических удобрений, как в жидкой, так и в сухой форме, способствовало повышению почти всех элементов структуры урожая озимой пшеницы без существенной разницы в зависимости от вида органического удобрения. Оптимальными показателями были при использовании навоза и сухого органического удобрения. Урожайность культуры является одним из основных критериев оценки эффективности изучаемых в опыте вариантов, в данном случае инновационных органических удобрений и основной обработки почвы. В 2017 году, самом благоприятном по погодным условиям, получили от 4,32 до 4,88 т/га (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность озимой пшеницы в зависимости от органических удобрений и обработки почвы, т/га

Вариант	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 2017-2018 гг.
Вспашка на 20-22 см (контроль)					
без удобрений	4,47	2,70	2,19	2,74	3,02
навоз, 30 т/га	4,82	2,96	2,62	3,36	3,44
сухое органическое удобрение	4,81	3,01	2,65	3,21	3,42
жидкое органическое удобрение	4,88	3,03	2,59	3,18	3,42
биогумус	4,73	2,90	2,64	3,17	3,36
Мелкая обработка на 10-12 см					
без удобрений	4,36	2,63	2,07	2,62	2,92
навоз, 30 т/га	4,70	2,96	2,49	3,17	3,33
сухое органическое удобрение	4,74	2,90	2,60	3,17	3,35
жидкое органическое удобрение	4,77	2,85	2,59	3,19	3,35
биогумус	4,60	2,86	2,59	3,20	3,31
Без механической обработки					
без удобрений	4,32	2,63	2,06	2,62	2,91
навоз, 30 т/га	4,54	2,81	2,52	2,84	3,18
сухое органическое удобрение	4,69	2,88	2,62	2,87	3,27
жидкое органическое удобрение	4,72	2,93	2,51	3,08	3,31
биогумус	4,56	2,96	2,58	3,02	3,28
НСР ₀₅ по фактору А	0,12	0,10	0,07	0,04	
НСР ₀₅ по фактору В	0,15	0,15	0,11	0,09	
НСР ₀₅ по взаимодействию факторов А и В	0,15	0,15	0,11	0,09	
НСР ₀₅ общая	0,26	0,24	0,18	0,16	

По фактору А (органические удобрения) в среднем за 2017-2020 гг. урожайность озимой пшеницы была следующей: без удобрений – 2,95 т/га; с внесением 30 т/га навоза – 3,32 т/га; с внесением сухого органического удобрения – 3,35 т/га; с внесением жидкого органического удобрения – 3,36 т/га; с внесением биогумуса – 3,32 т/га. Прибавка урожая зерна озимой пшеницы от органических удобрений составила 0,37-0,41 т/га или 12,5-13,9%.

По фактору В (основная обработка почвы) урожайность культуры была следующей: вспашка на 20-22 см – 3,33 т/га; мелкая обработка на 10-12 см – 3,25 т/га; без осенней механической обработки – 3,19 т/га. Использование приемов ресурсосберегающей обработки почвы снижало урожай зерна озимой пшеницы на 0,08-0,14 т/га (или 2,5-4,4 %), то есть без существенной разницы между вариантами.

Заключение. За 2017-2020 гг. исследований выявлено, что в условиях лесостепи Среднего Поволжья на обыкновенных черноземах при возделывании озимой пшеницы нужно вносить инновационные органические удобрения ООО «АгроПромСнаб», которые обеспечивают прибавку урожая зерна озимой пшеницы 0,37-0,41 т/га или 12,5-13,9%. Использование приемов ресурсосберегающей обработки почвы снижало урожай зерна озимой пшеницы на 0,08-0,14 т/га (или на 2,5-4,4 %), то есть без существенной разницы между вариантами.

Библиографический список

1. Корчагин, В. А. Биологизация земледелия в Среднем Поволжье : монография / В. А. Корчагин, С. Н. Зудилин, О. И. Горянин [и др.]. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2017. – 221 с.
2. Горянин, О. И. Агротехнологические основы повышения эффективности возделывания полевых культур на чернозёме обыкновенном Среднего Заволжья : дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01 / Горянин Олег Иванович. – Саратов, 2016. – 477 с.
3. Зудилин, С. Н. Мониторинг плодородия черноземов Самарской области / С. Н. Зудилин, А. С. Зудилин // Проблемы развития АПК региона. – 2016. – № 1-1 (25). – С. 37-40.
4. Зудилин, С. Н. Состояние плодородия почвы в Самарской области // Культура управления территориями: экономические и социальные аспекты, кадастр и геоинформатика : мат. II региональной науч.-практ. конф. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2014. – С. 25-27.
5. Зудилин, С. Н. Эффективность инновационных органических удобрений при возделывании картофеля в лесостепи Среднего Поволжья / С. Н. Зудилин, И. А. Светлаков // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №2. – С. 20-24.
6. Кутилкин, В. Г. Применение методов математической статистики в научно-исследовательской работе / В. Г. Кутилкин, С. Н. Зудилин // Аграрная наука в условиях инновационного развития АПК : сборник научных трудов. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2015. – С. 40-43.
7. Обущенко, С. В. Агроэкологическое обоснование систем воспроизводства почвенного плодородия в полевых севооборотах Среднего Заволжья : дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.06.01 / Обущенко Сергей Владимирович. – Кинель, 2014. – 298 с.

References

1. Korchagin V. A., Zudilin S. N., Goryanin O. I., Shevchenko S. N., & Obushchenko S. V. (2017). Biologizaciia zemledelii v Srednem Povolzhie [Biologization of agriculture in the Middle Volga region]. Kinel': PC Samara SAA [in Russian].
2. Goryanin, O. I. (2016). Agrotekhnologicheskie osnovi povisheniia effektivnosti vozdelivaniia polevikh kultur na chernoziome obiknoennom Srednego Zavolzhiiia [Agrotechnological bases of increasing the efficiency of cultivation of field crops on chernozem typical of the Middle Zavolzhye]. *Doctor's thesis*. Saratov [in Russian].
3. Zudilin, S. N., & Zudilin A. S. (2016). Monitoring plodorodiia chernozemov Samarskoi oblasti [Monitoring the black earth fertility in the Samara region]. *Problemi razvitiia APK regiona – Development problems of regional agro-industrial complex, 1-1 (25)*, 37-40 [in Russian].
4. Zudilin, S. N. (2014). Sostoianie plodorodiia pochvi v Samarskoi oblasti [State of soil fertility in the Samara region]. Managerial culture of the territory: economic and social aspects, cadastre and geo-information '14: *materiali II regionalnoi nauchno-prakticheskoi konferencii – materials II of the regional scientific-practical conference*. (pp. 25-27). Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering [in Russian].
5. Zudilin, S. N., & Svetlakov, I. A. (2018). Effektivnost innovacionnih organicheskikh udobrenii pri vozdelivani kartofoelia v lesostepi Srednego Povolzhiiia [Efficiency of innovative organic fertilizers in the cultivation of potatoes in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy, 2*, 20-24 [in Russian].
6. Kutilkin, V. G., & Zudilin, S. N. (2015). Primenenie metodov matematicheskoi statistiki v nauchno-issledovateliskoi rabote [Application of mathematical statistics in scientific research]. Agricultural science in the conditions of innovative development of agro-industrial complex '15: *sbornik nauchnyh trudov – collection of scientific papers*. (pp. 40-43). Kinel': PC Samara SAA [in Russian].
7. Obushchenko, S. V. (2014). Agroekologicheskoe obosnovanie sistem vosproizvodstva pochvennogo plodorodiia v polevikh sevooborotah Srednego Zavolzhiiia [Agroecological substantiation of soil fertility recovery in field crop rotations of the Middle Volga region]. *Doctor's thesis*. Kinel [in Russian].